



EXACTA

Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains

DAFTAR ISI

	Hal.
Salam Redaksi.....	iii
1 Peningkatan Mutu Pembelajaran Mata Kuliah Kimia Organik I Melalui Pendekatan Konstruktivisme Menggunakan Model CLIS (<i>children's learning in science</i>) (Dewi Handayani dan Agus Sundaryono)	1 - 6
2 Analisis Kehadiran Fasa Spinel $MgAl_2O_4$ pada Sistem Komposit Keramik Al_2O_3 - MgO (M.Sutarno)	7 - 11
3 Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah di SMP Kota Bengkulu (Effie Efrida Muchlis)	12 - 16
4 Bahan Keramik Aluminium Borat Sebagai Pemandu Benang Mesin Tekstil (Irkhos)	17 - 21
5 Penggunaan Regresi Splines Adaptif Berganda Untuk Peramalan Indeks Enso Dan Hujan Bulanan (Nurul Astuty Yensy. B)	22 - 30
6 Aplikasi Simulasi Annealing dalam Forecasting Tekanan Alir Reservoir Geothermal (Jose Rizal, Sutawanir Darwis, dan Ali Ashat)	31 - 35

Semua artikel yang dimuat dalam Jurnal **EXACTA** Pendidikan Matematika dan Sains, FKIP UNIB sepenuhnya merupakan pendapat dan tanggung jawab penulis

Terbit reguler 2 kali per tahun ditambah satu terbitan suplemen :
 Harga langganan : Rp. 23.000,-/ tahun (tiga terbitan)
 Rp. 11.500,-/ eksemplar

ANALISIS KEHADIRAN FASA SPINEL MgAl_2O_4 PADA SISTEM KOMPOSIT KERAMIK Al_2O_3 - MgO

M.Sutarno

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Bengkulu, Jl Raya Kandang
Limun Bengkulu, Telp/faks (0736) 28116/(0736)28116,
e-mail : nsw_noy@yahoo.Com

Abstrak

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis dan analisis kehadiran fasa dan struktur kristal system komposit Al_2O_3 (100 % berat) – MgO (0, 10, 20, 28, 30, dan 50 % berat) menggunakan difraksi sinar X (XRD). Metode *search match analyst* pola difraksi hasil XRD sampel dengan MgO 10, 20 dan 28 % berat (1 molar) menggunakan data standar memperlihatkan bahwa profil intensitas fasa spinel MgAl_2O_4 mengalami peningkatan dengan semakin besarnya % berat MgO dan mencapai harga maksimum pada sistem Al_2O_3 - MgO 1 molar. Dari analisis kualitatif menggunakan program PCPDFWIN 1997 dengan nomor file PDF 46-1212 untuk Al_2O_3 dan 21-1152 untuk MgAl_2O_4 diketahui bahwa fasa spinel MgAl_2O_4 memiliki struktur Kristal kubik dengan parameter sel $a=b=c=8,083 \text{ \AA}$ dengan sudut $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$. Puncak Al_2O_3 yang muncul pada MgO sistem 10 % berat dan 20 % berat merupakan fasa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan struktur Kristal heksagonal dengan parameter sel $a=b=758 \text{ \AA}$ dan $c=12,993 \text{ \AA}$ dengan sudut $\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$.

Kata kunci : fasa spinel, struktur kristal

Abstract

At this research have been done sintetics of composite Al_2O_3 (100 % weight) - MgO (0, 10, 20, 28, 30, and 50 % weight) and analyst of crystal structure and phase attendance its using x-rays diffraction. Diffraction patterns fitting using standard data known that samples with MgO 10, 20 and 28 % weight show that intensity of MgAl_2O_4 spinel phase increased ever greaterly to MgO weight percentage and reach maximum intensity at 1 molar Al_2O_3 - MgO system. From analysis qualitative use PCPDFWIN 1997 with PDF file number 46-1212 for the Al_2O_3 of and 21-1152 for the MgAl_2O_4 known that MgAl_2O_4 spinel phase have cubic crystal structure with cell $a=b=c=8,083\text{A}$. Peak of Al_2O_3 in MgO % 10 weight and 20 % weight represent $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase with heksagonal structure with $a=b=758 \text{ A}$ and $c=12,993 \text{ \AA}$.

Keyword : spinel phase, crystal structure

PENDAHULUAN

Sekumpulan atom atau molekul dapat bergabung secara homogen. Kumpulan atom atau molekul semacam itu disebut fasa, dicirikan oleh sifat-sifat termodinamik seperti volume, tekanan, temperature dan

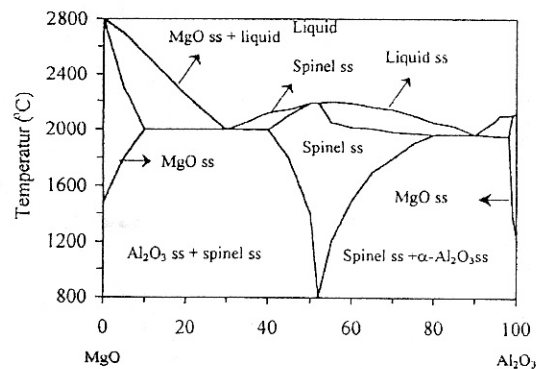
energi tertentu. Suatu fasa terisolasi hanya stabil ketika energi bebasnya minimum untuk kondisi termodinamik tertentu. Jika fasa tersebut muncul dalam energi bebas yang sedikit lebih rendah dari energi penghalang system ini disebut dalam keadaan metastabil.

Jika penghalang tidak muncul dalam system tersebut, system menjadi tak stabil dan akan bergerak kearah keadaan stabil yang ditandai dengan kemungkinan energi terendah. System akan berubah secara halus dan kontinu jika ada perubahan temperature, tekanan, magnetic atau medan listrik yang mempengaruhi system. Suatu saat perubahan-perubahan energi bebas tersebut yang dikaitkan dengan perubahan struktur dari fasa disebut telah terjadi transformasi fasa (Diantoro, 1997).

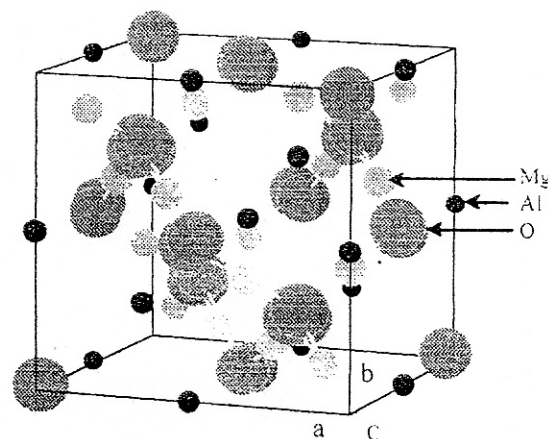
Spinel merupakan bentuk struktur hasil pengelompokan dari senyawa oksida yang memiliki struktur sangat mirip. Bentuk umum struktur spinel adalah AB_2O_4 dimana A merepresentasikan ion logam divalent seperti magnesium, besi, nikel dan seng sedangkan B merepresentasikan ion logam trivalent seperti aluminium, besi, krom dan mangan.

Pada system Al_2O_3 -MgO, pembentukan fasa spinel $MgAl_2O_4$ akan mengalami peningkatan dengan semakin meningkatnya berat MgO dan akan mencapai harga maksimum pada system Al_2O_3 -MgO dengan berat masing-masing satu mol. Hasil penelitian Boch et al (1991) menunjukkan bahwa pada system Al_2O_3 -MgO akan terbentuk fasa spinel $MgAl_2O_4$ ketika MgO melebihi batas daya larutnya. Diagram fasa spinel $MgAl_2O_4$ ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam struktur spinel (Gambar 2), oksigen berstruktur kubik pusat muka (*face center cubic*), kation divalen (Mg^{2+}) menempati posisi tetrahedral (Baudin et al, 1995). Dalam setiap sel

spinel terdapat 8 atom Mg, 16 atom Al dan 32 atom Oksigen.



Gambar 1. Diagram Fasa Spinel $MgAl_2O_4$ (Boch et al, 1991)



Gambar 2. Struktur kristal spinel $MgAl_2O_4$

Spinel $MgAl_2O_4$ dikenal sebagai material refractory yaitu material yang memiliki daya tahan terhadap temperature tinggi dengan titik leleh 2135 C, tahan korosi dan memiliki resistivitas listrik yang baik (Valdez dan Aquiler, 1997). Sifat dan karakteristik fasa spinel $MgAl_2O_4$ ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat dan Karakteristik fasa spinel $MgAl_2O_4$ (Valdez dan Aquiler, 1997)

Structure	Cubic
Density	3,58 – 4,00 gr/cm ³
Hardness	7,50 – 8,00 GPa
Fracture Toughness	1,94 – 1,97 MPa m ^{1/2}
Fracture energy	7,00 – 16,9 J/m ²
Melting point	2135 °C

Spinel $MgAl_2O_4$ banyak dimanfaatkan untuk bahan semen dan gelas aplikasi temperature tinggi, bahan tungku pemanas (furnace) baja, dan bahan keramik transparan untuk peralatan laboratorium, lensa kamera, dan sebagai pelapis lampu Na aplikasi tekanan tinggi (Dorre dan Hubner, 1984).

Mengingat Keterbatasan pembahasan dan informasi tentang perkembangan fasa spinel $MgAl_2O_4$ pada system Al_2O_3 - MgO , pada penelitian ini perlu dilakukan sintesis Al_2O_3 - MgO yang mampu menggambarkan dan menjelaskan perkembangan munculnya fasa spinel $MgAl_2O_4$. Uji kehadiran fasa dan struktur Kristal akan dilakukan menggunakan difraksi sinar-X (*x rays diffraction*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 desember 2003 s/d 20 Februari 2004 di laboratorium Fisika Materila dan Kimia Instrumentasi Unila, laboratorium P3IF LIPI dan Labortorum P3IB BATAN Tangerang.

Bahan dan Alat

Serbuk Al_2O_3 (99%), serbuk MgO (99,5%), mortar dan pastel,

furnace listrik programmable, mesin pressing, tabung cetakan, dan alat *X-rays Diffraction* merk Shimadzu XD-610.

Preparasi Sampel

Pada tahap ini dilakukan pencampuran bubuk Al_2O_3 dan MgO dengan komposisi seperti pada Tabel 2. Campuran serbuk kemudian dipanaskan pada temperature 40 °C selama 3 jam dan dilanjutkan pada temperature 100 °C selama 10 jam dan 120 °C selama 10 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk mendeposisi pengotor pada serbuk.

Tabel 2. Komposisi Al_2O_3 - MgO

Kode Sampel	Al_2O_3 (% Berat)	MgO (% Bera)
A0	100	0
A1	100	10
A2	100	20
A3	100	30
A4	100	50
A5*	72	23

*Komposisi 1 molar

Serbuk hasil pemanasan ini kemudian digerus ulang selama 5-10 menit kemudian di press pada cetakan berbentuk silinder berdiameter 1 cm dan tinggi 0,5 cm menggunakan mesin hidrolik bertekanan 4 ton. Sebagai langkah akhir, sampel di sinter pada temperature 450 °C selama 2 jam dengan kenaikan 3 °C per menit an dilanjutkan pada temperature 1600 °C selama 4 jam dengan kenaikan 5 °C permenit kemudian didinginkan hingga temperature ruang.

Uji Kehadiran fasa dan Struktur Kristal Menggunakan Difraksi Sinar-X (XRD)

Pola difraksi sampel A1, A2, A3 dan A5 dilakukan dengan menggunakan XRD dengan kondisi : tegangan diset 30 KV, arus 30mA, celah divergen 1° , rentang data difraksi (2θ) 20° - 100° , tipe scanning kontinu dan strp size 0,05 dengan waktu per step 1 detik dan panjang gelombang λ target Cu sebesar 1,54056 Å. Analisis kualitatif data dilakukan dengan menggunakan metode search match analyst yaitu denganmembandingkan data yang diperoleh dengan standar file data yang telah diketahui. Metode ini dilakukan menggunakan program PCPDFWIN 1997 dengan nomor PDF (*powder diffraction files*) seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Program ini memberikan pilihan pola difraksi standar yang dicatat dalam data intensitas dan jarak antar bidang, juga dalam intensitas dan sudut difraksinya.

Tabel 3. File data PDF yang digunakan

Fasa	Nomor File PDF
Al_2O_3	46-1212*
MgAl_2O_4	21-1152**

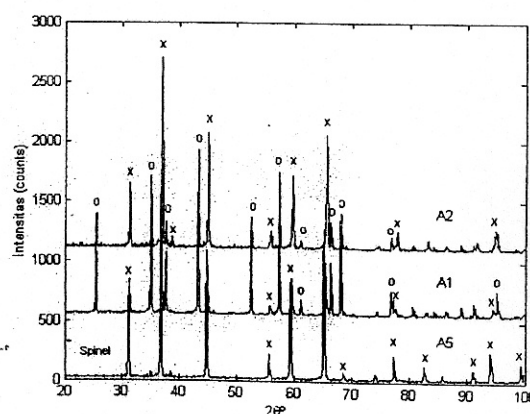
Sumber : *Huang et al (1997), **Stand.Monogr (1971)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik pola difraksi hasil uji XRD diperlihatkan pada Gambar 3. Hasil *search match analyst* terlihat bahwa profil puncak intensitas fasa spinel MgAl_2O_4 mulai muncul pada tiga sudut 2θ pertama : $25,578^\circ$, $35,152^\circ$ dan $37,776^\circ$. Puncak intensitas fasa spinel sampel A1, A2

dan A5 mengalami peningkatan dengan semakin besarnya persentase berat MgO dan mencapai nilai tertinggi pada sampel A5 (system 1 molar). Dapat kita amati pada sampel A1 dan A2 profil puncak intensitas Al_2O_3 mengalami penurunan dan akan hilang sama sekali pada sampel A5.

Dari analisis kualitatif menggunakan program PCPDFWIN 1997 engan nomor file PDF 46-1212 untuk Al_2O_3 dan 21-1152 untuk MgAl_2O_4 diketahuibahwa fasa spinel MgAl_2O_4 memiliki struktur Kristal kubik dengan parameter sel $a=b=c=8,083$ Å dengan sudut $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$. Puncak Al_2O_3 yang muncul pada A1 dan A2 merupakan fasa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan struktur Kristal heksagonal dengan parameter sel $a=b=758$ Å dan $c=12,993$ Å dengan sudut $\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$. Dari keseluruhan puncak pola difraksi sampel tidak ditemukan munculnya puncak intensitas MgO, hal ini bererti bahwa keseluruhan MgO telah bereakso sempurna dengan Al_2O_3 membentuk spinel MgAl_2O_4 .



Gambar 3. Pola difraksi sampel A1, A2 dan A5 hasil uji XRD

Bila dilihat dari perkembangan fasa spinel secara keseluruhan, hasil memperlihatkan kemiripan dengan diagram fasa spinel Boch et al (1991) pada Gambar 1. Jika komposisi 0-20% berat dan 1 molar MgO dikonversi ke dalam persentase mol maka komposisi 0 hingga mendekati 20% berat MgO akan berada pada rentang 0-35% mol Mg) pada Diagram fasa Boch et al (1991) yang menghasilkan fasa spinel MgAl_2O_4 padat dan fasa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Pada system 1 molar MgO 28 % berat) hasil analisis kualitatif memperlihatkan bahwa fasa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ tidak muncul lagi tetapi telah bereaksi sempurna membentuk fasa spinel. System ini dalam diagram fasa Boch et al (1991) berada pada 50 % mol MgO dan 50 % mol $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ yang menghasilkan fasa tunggal spinel MgAl_2O_4 .

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada system $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ akan dihasilkan fasa spinel bila jumlah MgO melewati daya solubilitasnya
2. Fasa spinel akan semakin tampak dengan semakin besarnya persentase berat MgO dan akan mencapai harga maksimum pada system $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 1 molar.
3. Dari analisis kualitatif menggunakan program PCPDFWIN 1997 dengan nomor file PDF 46-1212 untuk Al_2O_3 dan 21-1152 untuk MgAl_2O_4 didapatkan bahwa fasa spinel MgAl_2O_4 memiliki struktur Kristal kubik dengan parameter sel $a=b=c=8,083 \text{ \AA}$, fasa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ memiliki struktur Kristal

heksagonal dengan parameter sel $a=b=758 \text{ \AA}$ dan $c=12,993 \text{ \AA}$.

Saran

Untuk mengetahui perkembangan kehadiran fasa spinel dan struktur kristal komposit $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ dengan daya akurasi yang tinggi disarankan dilakukan menggunakan metode Rietan Rietveld

DAFTAR PUSTAKA

- Baudin, C., Martinez, R., and Pena, P. 1995. High-Temperature Mechanical Behavior of stoichiometric Magnesium Spinel. *Journal of American Ceramic Society*, Vol. 78, pp. 1857-1862
- Boch, P.H., Riou, S., Durusoy, H.Z., and Raj, R. 1991. Spinel Phase MgAl_2O_4 on the System $\text{MgAl}_2\text{O}_4\text{-Al}_2\text{O}_3$. *Appl.Phys.* 60, 3150-3155
- Diantoro, M. 1997. Studi Kinematika Pembentukan Superkonduktor system $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+x}$ – (2223) Melalui Prekursor Fase (Bi, Pb)-2212. Tesis KBK Fisika Material ITB. Hal 13-17.
- Dorre, E dan Hubner, H. 1984. Alumina. *Library of congress cataloging in publication data*. Cambridge, 3, 10-72
- Valdez, Z dan Aquilar, J. 1997. Influence of Al_2O_3 on the Production of MgAl_2O_4 With Microwaves. *Journal of Microwaves Powder an Electromagnetic Energy*, Universidad Autonoma, Mexico, 32 (2), 74-79.